



Evaluación de la sensibilidad del caracol manzana *Pomacea canaliculata* al plaguicida de última generación spirotetramat

**Laura Cornaglia¹, Constanza Mulreedy¹, Fernando Spaccesi¹, Karine Delevati Colpo¹
y Sabrina Lavarías¹**

¹ Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (UNLP-CONICET) – Boulevard 120 y 60, La Plata (1900), Buenos Aires, Argentina.

Email: lauracornaglia@gmail.com

RESUMEN

El desarrollo de mecanismos de resistencia de los organismos plaga frente a los agrotóxicos ha incentivado el uso indiscriminado de los mismos provocando deterioro en los ecosistemas donde son aplicados. Esto ha llevado a la búsqueda de técnicas alternativas para el control de plagas como el uso de insecticidas de última generación, entre los cuales se destaca el spirotetramat. Este actúa inhibiendo la lipogénesis, afectando principalmente la reproducción y el crecimiento de los organismos. Debido a la escasa información disponible sobre el efecto de estos compuestos en especies no blanco, se calculó la sensibilidad del spirotetramat en el caracol de agua dulce *Pomacea canaliculata*. El valor de LC_{50} -96h fue 12,93 mg/l de STM. De acuerdo a este resultado *P. canaliculata* tendría una sensibilidad intermedia al plaguicida en relación a la de los organismos estudiados hasta el presente.

Palabras claves: PLAGUICIDAS – MOLUSCOS - LC_{50}

Introducción

Los bioindicadores son considerados una importante herramienta de diagnóstico para el estudio del impacto de diferentes contaminantes sobre la biota (Cortezzi y col., 2012). Los invertebrados generalmente suelen ser más sensibles que los peces y las aves a la mayoría de los plaguicidas, por lo que han sido propuestos como indicadores de la salud de los ambientes acuáticos (Ruaro y col., 2016). Entre ellos se destacan los moluscos debido a su amplia distribución, resistencia a la alta turbidez y salinidad (Khazri y col., 2015), capacidad de acumulación de plaguicidas y longevidad (Tendulkar y Kulkarni, 2012). El caracol manzana *Pomacea canaliculata* es originario de América del Sur y vive en ambientes de agua dulce lénticos y lóticos. Esta especie ha sido propuesta como un modelo bioindicador para varios contaminantes ambientales debido a su alta adaptabilidad a las condiciones ambientales adversas (Ferreira y Rodrigues Capítulo, 2017). Se introdujo en América del Norte y en Asia, pero desafortunadamente se convirtió rápidamente en un grave riesgo para el arroz y otros cultivos (Koch, 2013). Por otro lado, este caracol representa un riesgo para la salud humana debido a que está asociado con la

transmisión de meningoencefalitis eosinofílica (Lv y col., 2009). Todas estas razones contribuyen a hacer de este organismo un objetivo relevante para evaluar los efectos de varios plaguicidas (Martínez y col., 2017). Sin embargo la utilización indiscriminada de tales compuestos ha provocado en los organismos la inducción de mecanismos de resistencia hacia los plaguicidas tradicionales (Tang y col., 2018). Esta situación ha llevado a la búsqueda de otras alternativas con mayor especificidad que permita un manejo integrado de plagas más eficiente. Entre ellos se encuentra el spirotetramat (STM) que pertenece a una nueva clase de insecticidas con acción puntual sobre artrópodos fitófagos. El mecanismo de acción del STM es la inhibición de la síntesis de lípidos afectando principalmente el crecimiento y la reproducción (Chen y Stark, 2010). Debido a que los moluscos se caracterizan por un activo metabolismo lipídico que los ayudaría en su resistencia frente a los contaminantes y a que no hay reportes de su sensibilidad hacia el STM, el objetivo de este estudio fue calcular las dosis letales medias (LC_{50}) en el caracol *P. canaliculata*.

Materiales y métodos

Muestreo y mantenimiento de los caracoles

Caracoles adultos de *Pomacea canaliculata* se recolectaron manualmente de un humedal ubicado en el partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires (35° 2'26.91"S 57°42'39.14"O), luego de la etapa reproductiva.

Los animales se mantuvieron en condiciones controladas de laboratorio durante por lo menos 2 semanas para su aclimatación en agua declarada con aireación constante, fotoperíodo natural, a 20± 2°C y alimentación *ad libitum* con lechuga 3 veces por semana (Giraud-Billoud y col., 2011).

Determinación de LC₅₀

Para los bioensayos se seleccionaron organismos hembra debido a su activo metabolismo lipídico. Se pesaron (16 ± 4,5 gr) y se midió el largo del opérculo (41,5 ± 10,8 mm). La determinación sexual se realizó según la morfología diferencial del opérculo descrita por Cazzaniga (1990).

Se preparó una solución madre de STM (Movento® Bayer) con acetona como solvente (100 mg/ml) a partir de la cual se realizaron 5 diluciones seriadas de STM (5; 12,5; 31,3; 78 y 195,3 mg/l). Se distribuyeron aleatoriamente 3 caracoles por frasco de vidrio de 2,5 l con las diferentes concentraciones de STM en agua declarada y además se agregó un grupo control sin el plaguicida. Se realizaron 3 réplicas por tratamiento. El tiempo de exposición fue de 4 días durante el cual los organismos se mantuvieron a 20± 2°C, en condiciones de ayuno, fotoperíodo natural y sin aireación. Cada 24 horas se registró la mortalidad, se retiraron los caracoles muertos y se recambió el medio de exposición.

Se calculó el valor de LC₅₀ usando el método Probit versión 1.5 (US, EPA) descrito por Finney (1971).

Resultados

La Fig. 1 muestra el efecto del STM sobre la supervivencia de las hembras adultas de *P. canaliculata*. No se observó mortalidad en los animales control. Como era de esperar la sensibilidad del caracol al STM incrementó con el tiempo de exposición.

La concentración de 5 mg/l resultó subletal a las 96h. Por el contrario a las 24h se comenzó a registrar mortalidad a partir de 78,5 mg/l de STM, mientras que la concentración 12,5 mg/l del plaguicida afectó la supervivencia a las 48h de exposición. No hubo supervivencia en los

organismos expuestos a la mayor concentración luego de las 48h.

Las concentraciones letales (LC₅₀) del STM se muestran en la Tabla 1. Como puede observarse hubo una relación inversa entre el tiempo de exposición y el valor de la concentración letal media. La variación entre los valores de LC₅₀ para el STM a las 24 y 96 hs fue de 89,9 %.

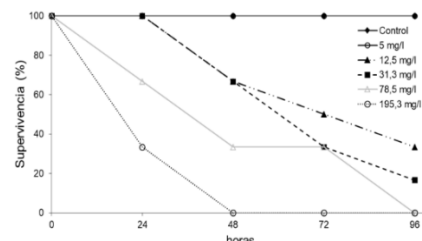


Fig. 1. Efecto del STM sobre la supervivencia de caracoles hembras adultas de *P. canaliculata* expuestos durante 96 horas.

Tabla 1. Valores de LC₅₀ de caracoles expuestos al STM.

Tiempo (horas)	LC ₅₀ (STM mg/l)
24	127,76 (83,44-247,1)
48	37,01 (22,24-62,81)
72	21,77 (11,75-37,48)
96	12,93 (8,23-19,69)

Concentraciones letales medias con límites de confianza del 95%.
Ecuación del análisis de Probit y = 216,1e^{-0,03x}, R² = 0,947

Estos resultados brindaron información para el diseño de bioensayos a concentraciones subletales del STM. El objetivo de estos estudios es evaluar su efecto sobre diversos parámetros bioquímicos que podrían utilizarse como posibles biomarcadores de contaminación en ambientes expuestos a este nuevo plaguicida.

Discusión

La incorporación de nuevas estrategias para el control integrado de plagas promueve la necesidad de evaluar el riesgo ecotoxicológico de estos compuestos en los ambientes vulnerables (EFSA 2013). Para ello es fundamental analizar la sensibilidad de los organismos que forman parte de los ecosistemas donde son aplicados. En nuestro país se comenzó a utilizar el STM y hasta la actualidad no hay datos registrados sobre su efecto en la comunidad autóctona. De acuerdo a estos resultados el caracol *P. canaliculata* presenta una sensibilidad intermedia si se lo compara con otros organismos acuáticos. El valor de LC₅₀ del caracol manzana es mayor que el del sapo chino

Bufo bufo gargarizans con un valor de LC₅₀ -96h de 6,45 mg/l de STM (Yin et al., 2014). Sin embargo estudios realizados por Chen y Stark (2010) en cladóceros *Ceriodaphnia dubia* mostraron que estos organismos tienen una tolerancia similar a los caracoles (LC₅₀ -48h 23,77 mg/l). Por otro lado, el valor de LC₅₀-120h de 12,3 mg/l de STM calculado para el áfido *Aphis gossypii* (Gong y col, 2016) mostraría que *P. canaliculata* sería un poco más sensible que este organismo al plaguicida. Este dato tiene suma importancia ya que este fitófago es un organismo de interés para el control de plagas en los cultivos. También los autores observaron que la fecundidad de los áfidos del algodón se afectó tanto a concentraciones letales como subletales del STM en diferentes grados, reduciéndose significativamente a la concentración LC₅₀ al quinto día de exposición en comparación con el control (Gong y col, 2016). Por lo tanto sería interesante seguir estudiando su efecto sobre diversos parámetros reproductivos en *P. canaliculata*. De esta manera se espera poder predecir las consecuencias ecológicas de este nuevo plaguicida y evaluar el potencial uso de esta especie como indicadora de contaminación.

Conclusiones

El presente trabajo representa el primer reporte del efecto del STM sobre moluscos. El caracol *P. canaliculata* presenta una sensibilidad intermedia en comparación a otros organismos acuáticos.

Agradecimientos

El presente trabajo fue desarrollado en el Laboratorio de Bentos, Instituto de Limnología Dr. Raul Ringuelet, y financiados por el Proyecto PIP CONICET 2014-0570 y el N 869 de FCNyM-UNLP Director A. Rodrigues Capítulo.

Referencias

Cazzaniga, N.J., 1990. Sexual dimorphism in *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae). *Veliger*, 33:384-388.

Chen, X. D. y Stark, J. D. 2010. Individual and population level toxicity of the insecticide, spirotetramat and the agricultural adjuvant, Destiny to the Cladoceran, *Ceriodaphnia dubia*. *Ecotoxicology*, 19:1124-1129.

Cortelezzi, A., Sierra M. V., Gómez N., Marinelli C. and Rodrigues Capítulo A. 2012. Macrophytes, epipelic biofilm, and invertebrates as biotic indicators of physical habitat degradation of lowland streams (Argentina). *Environ Monit Assess*, 185:5801-5815.

EFSA (European Food Safety Authority). 2013. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance spirotetramat. *EFSA Journal*, 11(6):3243.

Ferreira, A.C., Rodrigues Capítulo, A., 2017. Growth and survival of juvenile *Pomacea canaliculata* (Gastropoda: Ampullariidae) in plain streams associated to different land uses. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 52, 95-102.

Finney, D.J., Probit Analysis, third ed. Cambridge University Press, London, UK, 1971.

Giraud-Billoud, M., Abud, M.A., Cueto, J.A., Vega, I.A., Castro Vázquez, A., 2011. Uric acid deposits and estivation in the invasive apple snail, *Pomacea canaliculata*. *Comp. Biochem. Physiol.*, Part A 158: 506-512.

Gong, Y.H., Shi, X. Y., Desneux, N. y Gao, X. W. 2016. Effects of spirotetramat treatments on fecundity and carboxylesterase expression of *Aphis gossypii* Glover. *Ecotox.*, 25:655-63.

Khazri B, Sellami M, Dellali C, Corcellas E, Eljarrat D, Barceló E, Mahmoudi. 2015. Acute toxicity of cypermethrin on the freshwater mussel *Unio gibbus*. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 115: 62-66.

Koch, E., Altamirano, J. C., Covaci, A., Lana, N. B. y Ciocco, N. F. 2013. Should apple snail *Pomacea canaliculata* (Caenogastropoda, Ampullariidae) be used as bioindicator for BDE. *Environ Sc Poll Res.* 21(1):76-765.

Lv, S., Zhang, Y., Liu, H.X., Hu, L., Yang, K., Steinmann, P., Chen, Z., Wang, L.Y., Utzinger, J., Zhou, X.N., 2009. Invasive snails and an emerging infectious disease: results from the first national survey on *Angiostrongylus cantonensis* in China. *PLOS. Negl. Trop. Dis.*, 3: 368-375.

Martínez, M.L., Piol, M.N., Sbarbati Nudelman, N., Verrengia Guerrero, N.R., 2017. Tributyltin bioaccumulation and toxic effects in freshwater gastropods *Pomacea canaliculata* after a chronic exposure: field and laboratory studies. *Ecotoxicol.*, 26: 691-701.

Ruaro R, Gubiani EA, Cunico AM, Moretto Y, Piana PA. 2016. Comparison of fish and macroinvertebrates as bioindicators of Neotropical streams. *Environ. Monitor. Assess.*, 188:45-57.

Tang, W., Wang, D., Wang, J., Wu, Z., Li, L., Huang, M., Xu, S. y Yan, D. 2018. Pyrethroid pesticide residues in the global environment: An overview. *Chemosphere*, 191:990-1007.

Tendulkar M, Kulkarni A. 2012. Cypermethrin-Induced Toxic Effect on Glycogen Metabolism in Estuarine Clam, *Marcia opima* (Gmelin, 1791) of Ratnagiri Coast, Maharashtra. *J Toxicol.* Article ID 576804.

Yin, X., Yu, S. J., Zhu, G. N., Wu, M. H. y Mao, C. 2014. Effects of spirotetramat on the acute toxicity, oxidative stress, and lipid peroxidation in chinese toad *Bufo bufo gargarizans* tadpoles. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 37:1229-1235.